

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-122903

(43)Date of publication of application : 30.04.1999

(51)Int.Cl.

H02K 41/03

(21)Application number : 09-286799

(71)Applicant : FUJI ELELCTROCHEM CO LTD

(22)Date of filing : 20.10.1997

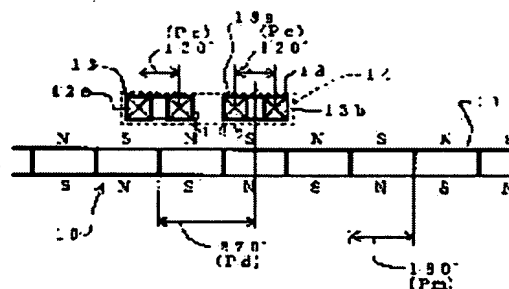
(72)Inventor : HONMA KAZUTAKA

(54) LINEAR MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a linear motor in which the occurrence of thrust ripples can be prevented with a low-cost structure by canceling a higher harmonic constituent contained in thrust distribution.

SOLUTION: This linear motor is provided with permanent magnets 11 which are magnetized with multiple poles of the alternate polarity forming a straight line and an armature 12 which, arranged to face this permanent magnet 11, has a pair of coils 12a, 12b in which the same current but of opposite directions flows. In this case, when the coil pitch of the armature 12 is set as P_c and the magnetized pitch of the permanent magnet 11 set as P_m , the coil pitch P_c can be expressed by a following formula $P_c = (2/3+n)P_m$, where n is an integer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項1】 極性が交互にかつ直線状となるように多極着磁された永久磁石11と、この永久磁石11に対向配置され、同一電流で逆方向の電流が流れる一対のコイル12a・12bを有する電機子12とを備えたリニアモータであって、前記電機子12のコイルピッチをPcとし、かつ、前記永久磁石11の着磁ピッチをPmとした場合、前記コイルピッチPcが、次式で与えられることを特徴とするリニアモータ。

$$Pc = (2/3 + n) Pm$$

但し、nは整数。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プリンタのヘッドキャリッジ駆動等の小型のOA機器に用いられるリニアモータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、プリンタのヘッドキャリッジ等の駆動に用いられるリニアモータとして、図4に示す構造のものが知られている。

【0003】この図において符号1で示すリニアモータは、極性が交互にかつ直線状となるように多極着磁された永久磁石2と、この永久磁石2に対向配置され、同一電流で逆方向の電流が流れる一対のコイル3a・3b、4a・4bを有する一対の電機子3・4とを備えた2相リニアモータであり、前記各電機子3・4は、同一のスライダ5に一体に装着され、このスライダ5が、前記永久磁石2と平行に設けられた一対のガイドバー6に摺動自在に装着されることにより、前記各電機子3・4が永久磁石2に対して所定間隔をおいて対向させられるようになっている。

【0004】そして、図5に示すように、各電機子3(4)のコイル3a・3b(4a・4b)のピッチPcを、前記永久磁石2の着磁ピッチPmに一致させること*

$$B1 = B \cdot \sin \theta$$

$$B2 = B \cdot \cos \theta$$

$$F1 = B1 \cdot i_0 \cdot \sin \theta$$

$$= B \cdot i_0 \cdot \sin^2 \theta$$

$$F2 = B2 \cdot i_0 \cdot \cos \theta$$

$$= B \cdot i_0 \cdot \cos^2 \theta$$

但し、Bは定数。

【0011】そして、両電機子3・4によって得られる※

$$F = F1 + F2$$

さらに、前記(3)(4)(5)式より、

$$F = B \cdot i_0 \cdot (\sin^2 \theta + \cos^2 \theta)$$

$$= B \cdot i_0$$

となり、前述した駆動電流および磁束密度分布が完全な正弦波である場合には、むら(推力リップル)のない推力Fが得られることとなる。

【0013】しかしながら、このような従来のリニアモ

*によって、各電機子3・4のピッチPdを、前記永久磁石2によって形成される磁束密度分布の周期に対して1/4周期ずらして設置することにより、全推力が最大となるようにしている。

【0005】ここで、前記永久磁石2における磁束密度分布の1周期を電気角360°とし、他の部位の寸法との相対的な大きさを電気角で示すと、図5に示すように、前記着磁ピッチPmが180°となるとともに、コイルピッチPcも180°となり、また、各電機子3・4間のピッチPdが270°となる。

【0006】そして、このようなリニアモータ1を動作させるためには、前記電機子3・4に供給する電流を一定周期で反転させるスイッチング制御を行なう必要があるが、この場合、図6に示すように、リニアモータ1の推力Fは、電機子3に発生する推力分布Z1と電機子4に発生する推力分布Z2の波形にそのまま依存し、前記推力分布の波形が曲線の場合には、前記推力Fに必ずむら(推力リップル)が発生する。

【0007】したがって、この不具合を抑制するため、前記永久磁石2が発生する磁束密度分布Bを図7に曲線Eおよび曲線Fで示すように、台形に近い形状とする対策がなされている。

【0008】また、各電機子3・4を同相の正弦波電流でリニアモータ1を駆動する場合、前記永久磁石2によって形成される磁束密度分布が正弦波であれば、理想的な平滑な推力Fが得られる。

【0009】すなわち、前記永久磁石2が発生し電機子3における磁束密度分布をB1および推力をF1とするとともに駆動電流を $i_1 = i_0 \cdot \sin \theta$ とし、また、前記永久磁石2が発生し電機子4における磁束密度分布をB2および推力をF2とするとともに供給電流を $i_2 = i_0 \cdot \cos \theta$ とすると、次式が成り立つ。

【0010】

$$\dots (1) \text{ 式}$$

$$\dots (2) \text{ 式}$$

$$\dots (3) \text{ 式}$$

$$\dots (4) \text{ 式}$$

※全推力Fは、次式で得られる。

【0012】

$$\dots (5)$$

$$\dots (6) \text{ 式}$$

ータにおいては、実際の駆動時に、前述した推力リップルが発生し、スライダ5の円滑な移動が損なわれているのが現状である。

【0014】その原因の一つとして考えられるのが、各

電機子3・4を構成する各コイル3a・3b(4a・4b)において永久磁石2より発生させられる磁束が、図8(a)および(b)に示すように、基本周期の磁束成分B1・B2中に高調波成分C1・C2を含んだ磁束分布であり、かつ、各コイル3a・3b(4a・4b)のピッチPcが着磁ピッチPmと同様に電気角で180°に設定されていることから、これらの合成によって得られる推力分布Z1(Z2)が、高調波成分C1・C2の影響により、図8(c)に示すように、正弦波形Sから大きくずれた波形となされることである。

【0015】そして、このように合成推力分布Zを正弦波形からずらすことに大きく影響している高調波成分は、3次の高調波成分Cがそのほとんどである。

【0016】さらに、このような不具合を抑制するためには、たとえば、図9に示すように、前記永久磁石2を不連続に配置したり、もしくは、前述した高調波成分Cに対応させて駆動波形の制御を行ない、推進リップルを抑制することが実施されている。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述したように、着磁の工夫や磁石の配列の調整を行ったり、高精度な着磁や駆動波形の制御を行なうようにした従来の対処方法にあっては、その対処が煩雑であるばかりでなく、装置の製造コストの高騰を招いてしまうといった問題点があり、また、不連続磁石を用いる場合には、製品にばらつきがあると、設置位置や着磁の精度が悪くなり、前記推力リップルを消滅させることができない。

【0018】特に、駆動波形を制御することによって前記推力リップルを消滅させる場合においては、駆動波形の制御を高調波磁束成分に対応して行なうようにしていることから、これらの駆動波形と高調波磁束成分との対応が難しいばかりでなくずれが生じやすく、逆に予期せぬ推力リップルを発生させることもある。この結果、推力リップルの発生を十分に抑制することができず、十分な解決手段とはなり得ていない。

【0019】本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたもので、安価な構造により、推力分布中に含まれる高調波成分を打ち消して推力リップルの発生防止することのできるリニアモータを提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明に係わるリニアモータは、前述した目的を達成するために、極性が交互にかつ直線状となるように多極着磁された永久磁石と、この永久磁石に対向配置され、同一電流で逆方向の電流が流れる一対のコイルを有する電機子とを備えたリニアモータであって、前記電機子のコイルピッチをPcとし、かつ、前記永久磁石の着磁ピッチをPmとした場合、前記コイルピッチPcが、次式で与えられることを特徴と

している。

【0021】 $Pc = (2/3 + n) Pm$

但し、nは整数。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態について、図1～図2に基づき説明する。

【0023】図1において符号10で示す本実施形態に係わるリニアモータは、極性が交互にかつ直線状となるように多極着磁された永久磁石11と、この永久磁石11に対向配置され、同一電流で逆方向の電流が流れる一対のコイル12a・12b、13a・13bを有する一対の電機子12・13とを備えた2相リニアモータであり、前記各電機子12・13は、同一のスライダ14に一体に装着され、このスライダ14が、前記永久磁石11と平行に設けられた一対のガイドバー(従来と同様のため図示略)に摺動自在に装着されることにより、前記各電機子12・13が永久磁石11に対して所定間隔をおいて対向させられるようになっている。

【0024】そして、本実施形態においては、前記各電機子12(13)のコイル12a・12b(13a・13b)のピッチPcを、前記永久磁石11の着磁ピッチ $(2/3) \cdot Pm$ とするとともに、各電機子12・13のピッチPdを、前記永久磁石11によって形成される磁束密度分布の周期に対して1/4周期ずらして設置することにより、全推力が最大となるようにしている。

【0025】これらの位置関係を電子角に基づき示せば、 $Pm = 180^\circ$ 、 $Pc = 120^\circ$ 、および、 $Pd = 270^\circ$ として表わされる。

【0026】ついで、このように構成された本実施形態に係わるリニアモータ10の作用について説明する。

【0027】ここで、図1に示す永久磁石11と電機子12との相対位置を電子角で0°とする。すなわち、この電機子12の中心が、前記永久磁石11の着磁領域の境界に一致させられた状態である。

【0028】この状態において、前記電機子12に駆動電流 $i_1 = i_0 \cdot \sin \theta$ を流した場合における前記電機子12のコイル12aに発生する推力の基本波成分は、図2(a)に曲線B1で示され、かつ、その高調波成分としての3次高調波成分が曲線C1で示される。

【0029】また、前記電機子12に駆動電流 $i_1 = i_0 \cdot \sin \theta$ を流した場合における前記コイル12bに発生する推力の基本波成分は、このコイル12bが前記コイル12aに対して電子角において120°のずれが与えられていることと、駆動電流の向きとを考慮すると、図2(b)に曲線B2で示され、かつ、その高調波成分としての3次高調波成分が曲線C2で示される。

【0030】そして、前述したように、前記各コイル12a・12bが120°の位相でずらされていることにより、これらの推力が合成された状態において前記両高調波成分C1・C2が、図2(c)に示すように逆位相

10

20

30

40

50

となり相互に打ち消し合って消滅する。

【0031】さらに、各コイル12a・12bにおいて発生させられる基本波推力成分B1・B2は、前述したように高調波成分C1・C2の影響がないことから、相互に合成されて、前記電機子12における推力波形分布が、図2(c)に曲線Z1で示すように滑らかな正弦波となる。

【0032】一方、前記電機子13においても同様に、そのコイル13a・13bが電子角で120°ずらされて設けられており、これらのコイル13a・13bに駆動電流として駆動電流 $i_2 = i_0 \cdot \cos \theta$ を流すと、前述した電機子12と同様の理由により前記電機子13における推力波形分布Z2が滑らかな余弦波となる。

【0033】したがって、各電機子12・13における磁束密度分布Z1・Z2が完全な正弦波と余弦波となることにより、これらによって生成される推力Fが、前記式(1)～(6)によって導かれるように、 $F = i_0 \cdot k$ として得られ、角度 θ によらず一定した推力が得られる。

【0034】この結果を図3に示す。

【0035】この図において曲線Wは、従来のリニアモータ1における推力の変化を示すもので、曲線Hは、本実施形態に係わるリニアモータ10における推力変化を示すものである。

【0036】この図から明らかなように、本実施形態に係わるリニアモータ10の推力は、従来のリニアモータ1における推力の平均値に対して理論的に約87%まで低下はするが、その動作の安定性の面での優位性が大幅に上回る。

【0037】このように、本実施形態に係わるリニアモータ10においては、各電機子12・13を構成する一対のコイル12a・12b(13a・13b)のピッチPcを永久磁石11の着磁ピッチPmの2/3とすると、といった簡便な構成によって、各電機子12・13に発生する推力分布Z中の高調波成分Cが除去されて、この推力分布Zが滑らかな正弦波形あるいは余弦波形となり、推力リップルのない一定した推力Fが得られる。

【0038】なお、前記実施形態において示した各構成部材の諸形状や寸法等は一例であって設計要求等に基づき

き種々変更可能である。

【0039】たとえば、前記実施形態においては、電機子が2個設けられた2相構造のリニアモータについて示したが、電機子を3個以上設けてもよいものである。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係わるリニアモータによれば、電機子を構成する一対のコイルのピッチPcを永久磁石の着磁ピッチPmの2/3とするとといった簡便な構成により、装置のコストの高騰を抑制しつつ、前記各電機子に発生する推力分布中の高調波成分を除去することができ、これによって、前記電機子によって生成される推力の推力リップルをなくして一定した推力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す要部の概略図である。

【図2】本発明の一実施形態に係わる磁束密度分布図である。

【図3】本発明の一実施形態に係わるリニアモータと従来のリニアモータとの推力の比較図である。

【図4】従来のリニアモータの一構造例を示す要部の斜視図である。

【図5】従来のリニアモータの一構造例を示す要部の概略図である。

【図6】従来のリニアモータにおける推力の発生状態を示す図である。

【図7】従来のリニアモータにおける推力の他の発生状態を示す図である。

【図8】従来のリニアモータの磁束密度分布図である。

【図9】従来のリニアモータにおける永久磁石による磁束密度分布の調整例を示す概略図である。

【符号の説明】

10 リニアモータ

11 永久磁石

12 電機子

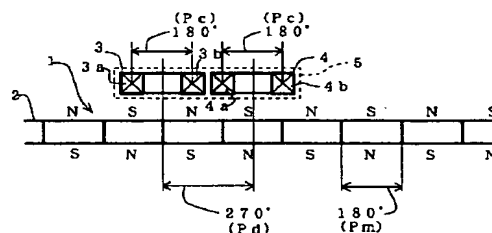
12a・12b コイル

13 電機子

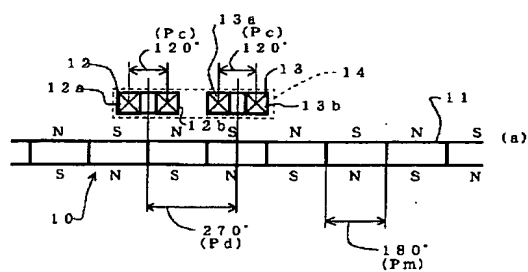
13a・13b コイル

14 スライダ

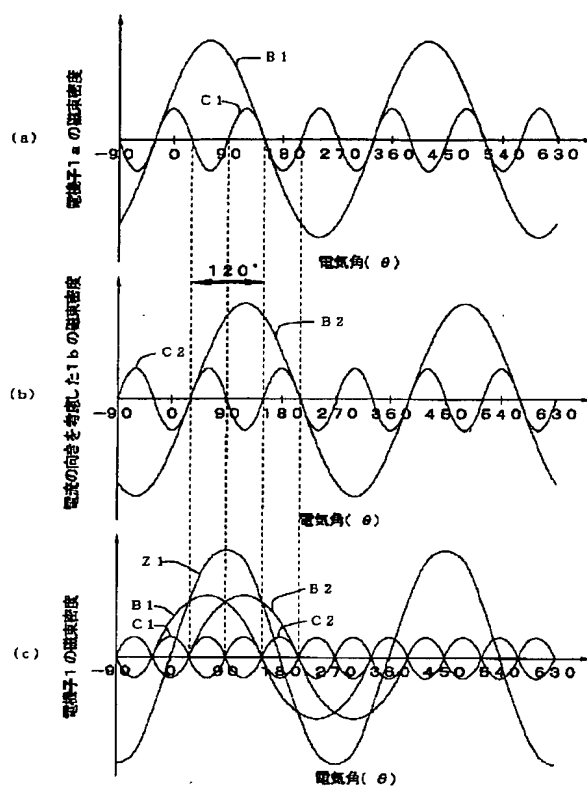
【図5】



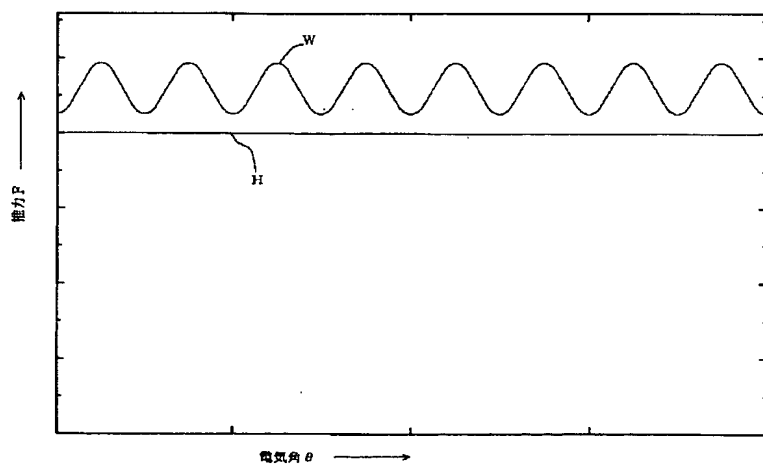
【図1】



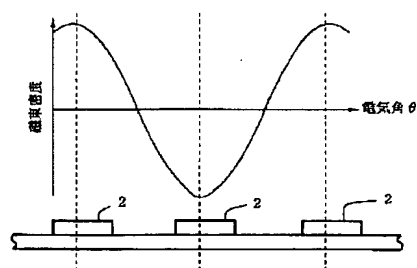
【図2】



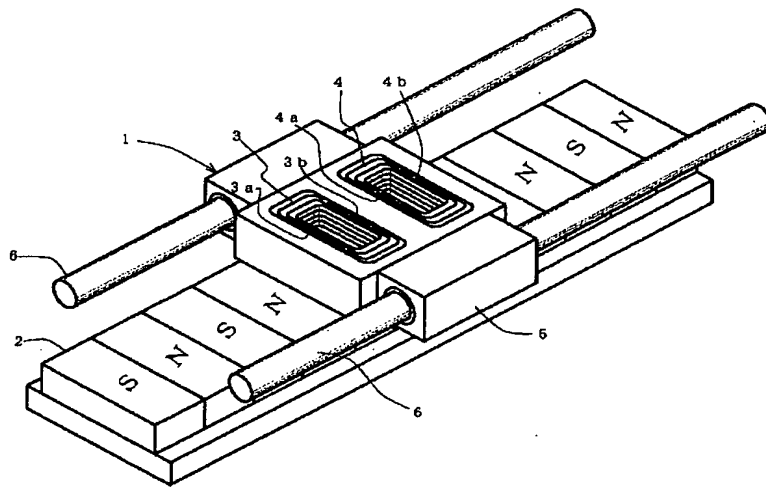
【図3】



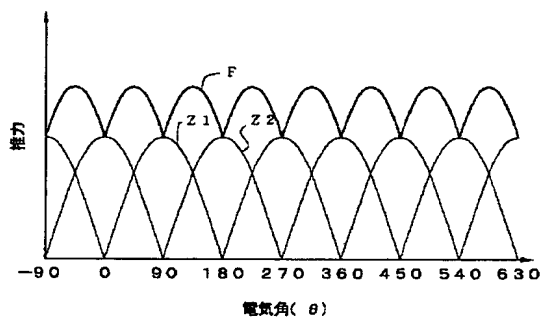
【図9】



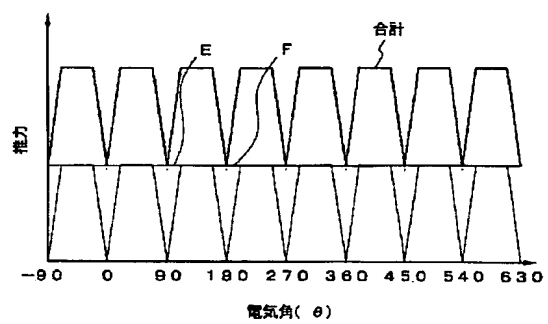
【図4】



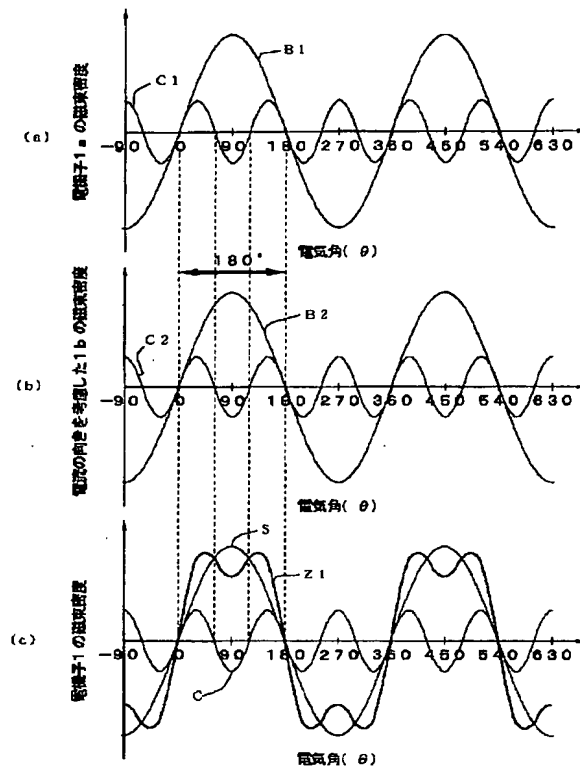
【図6】



【図7】



【図8】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**